

陕西省中等职业教育规划教材

# 机械制图

J I X I E Z I T U

主编

李增先 刘 鹏

副主编

杨卫民 高白川

参编

(以章节顺序排序)

杨文位 施 斌 王维超

卢 静 张 帆 王 振 王菊兰

西北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图: 含习题集 / 李增先, 刘鹏主编. — 西安: 西北大学出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-5604-2657-0

I. 机… II. ①李…②刘… III. 机械制图—专业学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第117876号

**机械制图: 含习题集**

主 编 李增先 刘鹏

出版发行: 西北大学出版社

地 址 西安市太白北路229号

邮 编 710069

电 话 029-88305287

E-mail xdpres@nww.edu.cn

经 销 陕西新华书店

印 装 陕西奇彩印务有限公司

开 本 787毫米×960毫米 1/16

印 张 8.5

字 数 268千

版 次 2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5604-2657-0

定 价 28.50元

# 前言

本书根据教育部颁发的中等职业学校机械制图课程的教学大纲,结合陕西中等职业学校多年来的教育教学改革经验编写,是陕西省教育厅中等职业教育规划教材之一。

本书编写过程中遵循了“以就业为导向”的职业教育办学方针,以中职学生的就业岗位需要为原则组织教材内容。以实用、够用为度,降低理论难度,进一步突出以读图为主干线,把读与画结合起来训练,重点加强学生投影基础的训练及读图能力的培养。

本教材由《机械制图》课本和《机械制图习题集》两部分构成。通过教材学习和习题册训练,力求使学生具有比较扎实的读图思维基础和基本能力。

本书采用最新《技术制图》《机械制图》国家标准。

本书由陕西省机电工程学校李增先(绪论、第一章)和陕西省石油化工学校刘鹏(第七章)担任主编;陕西省机电工程学校杨卫民(第六章)和陕西省电子工业学校高白川(第五章)担任副主编;陕西省机电工程学校杨文位(第二章)、西安航天工业学校施斌(第三章)、宝鸡理工中等职业学校王维超(第四章)、陕西省电子工业学校卢静(第八章)、陕西省电子信息学校王菊兰参与编写,全书最终由李增先负责统改定稿。

本书编写过程中得到了许多兄弟学校老师的热心指导和大力支持,陕西省机电工程学校张帆和王振两位老师参加了插图的修改和编审工作。在此,向他们表示衷心的感谢。

本书可供中等职业学校、职业高中、技工学校、函授中专等机械类、机电类、汽车

维修类学生使用,也可供其他相近专业的学生和工程技术人员使用或参考。

教学学时分配建议表

| 章 节   | 题 目     | 建议学时     |
|-------|---------|----------|
|       | 绪 论     | 2        |
| 第 1 章 | 制图基本知识  | 12 ~ 14  |
| 第 2 章 | 投影基础    | 10 ~ 16  |
| 第 3 章 | 基本体     | 8 ~ 12   |
| 第 4 章 | 组合体     | 12 ~ 14  |
| 第 5 章 | 机件表达方法  | 12 ~ 16  |
| 第 6 章 | 零件图     | 14 ~ 20  |
| 第 7 章 | 装配图     | 12 ~ 14  |
| 第 8 章 | * 计算机绘图 | 8 ~ 12   |
| 合 计   |         | 90 ~ 120 |

说明:① \* 表示选学内容,如不选“计算机绘图”章节可将该课时用作课堂练习、手工绘图、测绘等教学环节;②教学学时分配可根据各专业等情况的不同选取。

由于作者水平和时间有限,书中错误在所难免,希望广大读者在使用过程中提出意见和建议,以便今后进一步修改和完善。

编 者

2009 年 6 月

# 目 录

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 绪 论               | /1  |
| 一、工程图的发展概况与作用     | /1  |
| 二、本课程的主要任务与具体要求   | /3  |
| 三、本课程的学习方法        | /3  |
| 第一章 制图基本知识        | /4  |
| 第一节 制图工具与用品       | /4  |
| 第二节 机械制图国家标准的基本规定 | /11 |
| 第三节 尺寸注法          | /22 |
| 第四节 基本几何作图        | /29 |
| 第五节 平面图形分析与画法     | /36 |
| 第二章 投影基础          | /40 |
| 第一节 空间直线与平面       | /40 |
| 第二节 投影原理与三视图      | /41 |
| 第三节 点的投影          | /47 |
| 第四节 直线的投影         | /51 |
| 第五节 平面的投影         | /58 |
| 第三章 基本体           | /63 |
| 第一节 平面立体投影        | /63 |
| 第二节 曲面立体投影        | /67 |

|            |                |      |
|------------|----------------|------|
| 第三节        | 截交线            | /72  |
| 第四节        | 相贯线            | /78  |
| 第五节        | 轴测图            | /82  |
| <b>第四章</b> | <b>组合体</b>     | /89  |
| 第一节        | 组合体形体分析        | /89  |
| 第二节        | 组合体视图画法        | /91  |
| 第三节        | 组合体读图          | /93  |
| 第四节        | 组合体尺寸标注        | /99  |
| 第五节        | 组合体的轴测图        | /103 |
| <b>第五章</b> | <b>机件表达方法</b>  | /106 |
| 第一节        | 视图             | /106 |
| 第二节        | 剖视图            | /110 |
| 第三节        | 断面图            | /116 |
| 第四节        | 其他表达方法简介       | /118 |
| <b>第六章</b> | <b>零件图</b>     | /122 |
| 第一节        | 零件图概述          | /122 |
| 第二节        | 零件图视图选择与零件工艺结构 | /124 |
| 第三节        | 零件图尺寸标注        | /128 |

# 目录

|                  |             |
|------------------|-------------|
| 第四节 零件图技术要求      | /135        |
| 第五节 零件图读图        | /146        |
| 第六节 零件图绘制        | /148        |
| 第七节 标准件与常用件      | /154        |
| <b>第七章 装配图</b>   | <b>/171</b> |
| 第一节 装配图的基本知识     | /171        |
| 第二节 装配图的表达方法     | /173        |
| 第三节 画装配图的方法与步骤   | /176        |
| 第四节 识读装配图        | /178        |
| <b>第八章 计算机绘图</b> | <b>/188</b> |
| 第一节 计算机绘图概述      | /188        |
| 第二节 平面图形绘制       | /195        |
| 第三节 三维实体造型       | /205        |
| <b>附表</b>        | <b>/209</b> |
| <b>参考文献</b>      | <b>/223</b> |

# 绪 论

## 一、工程图的发展概况与作用

### 工程图的发展概况

图形、文字和声音等是承载信息进行交流的重要媒体。在工程实际中根据投影原理、标准或有关规定,准确表示物体大小、形状和其他技术要求的图形,称为工程图样。

自从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然并用来表达、交流思想的主要形式之一。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,图形所发挥的作用可以说是别的任何表达方式所不能替代的。

欧几里德几何学揭开了人类认识自然的序幕,而柏拉图的行星图,是人类通过图形进行思维、表达的典范。蒸汽机的发明及其应用,开始了近代工业革命,而蒸汽机制造的关键技术是汽缸的加工,加工汽缸需要车床,无论是汽缸的加工还是机床的制造,都需要工程图纸来指导生产。

具有五千年文明史的中华民族对图形学的发展也作出了重大贡献。“没有规矩,不成方圆”,正反映了古代中国人民已对尺规作图的规律具有深刻的理解和认识。据对大量文物、史料的考证,我国至少有 3000 年以上的工程制图史。如《左传》中有夏代初期按图形在鼎上铸造百物形象的记载,《尚书》中提到,周代初期周公建造成周城时,已有平面位置图。秦始皇统一中国后,大兴土木,工程制图得到了进一步发展,但由于年代久远,古代许多工程图未能流传下来。1977 年,在河北平山县战国时期的中山王墓内,出土了一块长方形铜板,长 94 厘米,宽 48 厘米,厚 1 厘米。铜板上刻有一幅古代墓域建筑规划平面图,这是我国和世界上现存最早的完整工程图。图上的线划符号、钻文用金银丝铸成。平面图制作精细,绘有堂、宫、门、中宫垣、内宫垣等图形,并详细注明它们之间的距离尺寸。图的比例为 1/500,图的中心部分用“尺”计量,外围用“步”计量。该图采用正摄影法,制图的方位为南朝上、北



朝下,与现代的上北下南相反。据考证,中山王墓建筑工程平面图的制图年代为公元前 323 年至前 309 年,而宋代李诫的《营造法式》说明中国建筑制图已经相当规范。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795 年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而使得画法几何成为工程图的语法,工程图成为工程界的语言。在画法几何的普及过程中,前苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人的工作产生了很大的影响,对于加强学生的逻辑思维训练,培养学生的空间想象能力,起了很好的作用。我国工程图学学者,华中理工大学赵学田教授简洁通俗地总结了三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”,从而使得画法几何和工程制图知识变得易学、易懂。

近 30 年,计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展,从而形成了计算机图形学这一新兴学科。计算机图形学是研究用计算机来处理图形的原理、方法和技术的学科。CAD 技术从根本上改变了过去的手工绘图、发图、凭图纸组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺计划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等等。目前,波音公司通过计算机网络系统与其 400 多家供应商通过准确及时的信息交换形成关系密切的战略伙伴关系;空中客车公司通过计算机网络系统与 27 个国家和地区的 1500 多家供应商随时联系;巴西航空工业公司 50% 的飞机设计技术来自世界其他国家,飞机部件既有西班牙生产的机翼、智利的机尾和比利时的后段机身,也有美国生产的发动机和机舱内的机座和地毯。

需要说明的是:计算机的广泛应用,并不能取代人的作用,CAD/CAPP/CAMM 一体化,实现无纸生产,或无图纸生产,并不等于无图生产。

#### 工程图的作用

概括起来说,图形在人类社会中的作用是:

- (1) 设计者表达设计意图的工具。
- (2) 制造者进行制造、施工的指导性技术文件。

因此,工程图样被喻为“工程界的语言”。生产一线的技术工人必须具备看图和画图的能力。

不同部门使用的图样名称不同,要求也不完全相同。用来表示机器设备、仪器、

仪表、工具等的图样,称为机械图样。

机械制图就是研究绘制(画图)与识读(看图)机械图样的基本原理和方法的一门课程。

## 二、本课程的主要任务与具体要求

机械制图是中等职业学校工科专业最重要的一门技术基础课。本课程的主要任务是培养学生具备识读和绘制机械图样的能力,为形成综合职业能力和学习后续理论与实践课程打下基础。

通过本课程的教学,使学生达到下列具体要求:

- (1) 具有空间想象和空间分析的初步能力。
- (2) 掌握正投影法的基本原理和作图方法。
- (3) 具有识读中等复杂程度的零件图和装配图、绘制一般复杂程度的零件图和简单装配图的基本能力。
- (4) 能够正确执行机械制图国家标准及其有关规定。
- (5) 能够正确、熟练地使用常用绘图工具和仪器。
- (6) 具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 三、本课程的学习方法

(1) 机械制图是一门理论性和实践性很强的课程,教师必须讲练结合;学生应该通过对实物(机械产品)或教具等仔细观察和思考,把抽象的图样与实际结合起来培养空间想象能力。只有反复实践,由浅入深,通过由空间到平面,由平面到空间的练习,才能达到良好的效果。

(2) 认真听课、勤于思考、善于总结。教师在讲课时应给学生留下思考的时间和空间,启迪学生的思维和想象能力;学生应注意由空间物体到平面图样和平面图样到空间物体的转换,并且要不断地归纳和总结。

(3) 及时、认真地完成作业,掌握正确的读图和绘图方法和步骤,不断地提高徒手绘图能力。

## 第一章 制图基本知识

熟悉国家标准关于制图的一般规定,掌握基本几何作图、圆弧连接作图和平面图形画法,既是规范绘制工程技术图样的基础,也是正确阅读工程技术图样的重要内容。

### 第一节 制图工具与用品

制图有三种方法:尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图。尺规绘图是绘制图样的基础。要使图样绘得又快又好,除有一套得心应手的绘图工具外还要会正确使用,因此,必须养成正确使用绘图工具的良好习惯。常用的绘图工具和用品有:图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔等。

#### 一、图板

图板是用来铺放、固定图纸并进行绘图的矩形木板,见图 1-1。图板一般为木制胶合板,板面应平整、光滑,左侧为丁字尺的导边,应平直、光滑。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号。使用时应注意板面和工作边完好无损,防止受潮和受热。

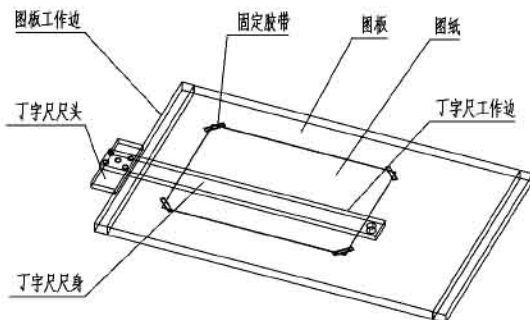


图 1-1 图板和丁字尺

## 二、丁字尺

丁字尺,又称 T 形尺,为一端有横档的“T”字形直尺,由互相垂直的尺头和尺身构成(图 1-1)。丁字尺为画水平线和配合三角板作图的工具,一般可直接用于画平行线或用作三角板的支撑物来画与直尺成各种角度的直线。丁字尺多用木料或塑料制成,一般有 600mm,900mm,1200mm 三种规格。

### 1. 使用方法

(1) 左手扶住尺头,使尺头工作边紧靠图板工作边,上下移动到画线位置。

(2) 将左手移到画线部位压住尺身,右手握笔,沿丁字尺工作边自左向右画水平线,见图 1-2。

### 2. 注意事项

(1) 只能在丁字尺尺身上侧画线,画水平线必须自左至右。

(2) 丁字尺尺头不得在图板的其他各边滑动,也不能画垂直线,见图 1-3。

(3) 应保持工作边平直、刻度清晰准确、尺头与尺身连接牢固。

(4) 不能用工作边来裁切图纸。

(5) 丁字尺放置时宜悬挂,以保证丁字尺尺身的平直。

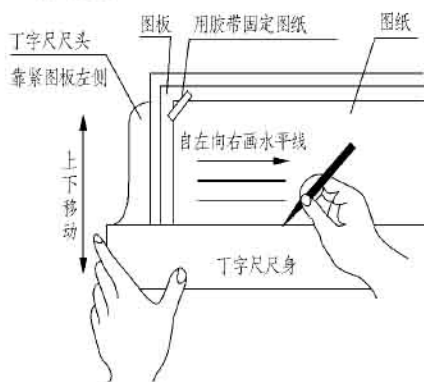
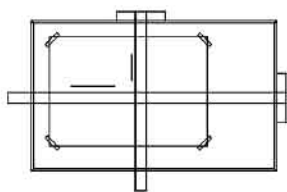
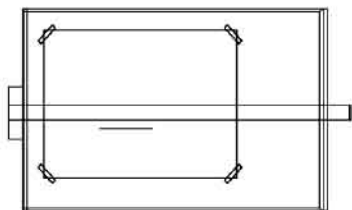


图 1-2 用丁字尺画水平线



(a) 错误



(b) 错误

图 1-3 错误的用法

### 三、三角板

一副三角板由一块直角三角板和一块等角三角板所构成,直角三角板上有  $45^\circ$ 、 $90^\circ$  角尺边,等角三角板上有  $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$  角尺边。三角板可与丁字尺配合,用于画垂直线及与水平线成  $15^\circ$  倍数的倾斜线,两块三角板配合还可以画任意方向直线的平行线和垂直线,所有垂直线都要用三角板和丁字尺配合画出。

画垂直线和倾斜线时,先将丁字尺尺头紧靠工作边,然后左手扶尺下移按稳后,右手将三角板置于丁字尺上,左手同时按住丁字尺和三角板用铅笔画线,如图 1-4 所示。

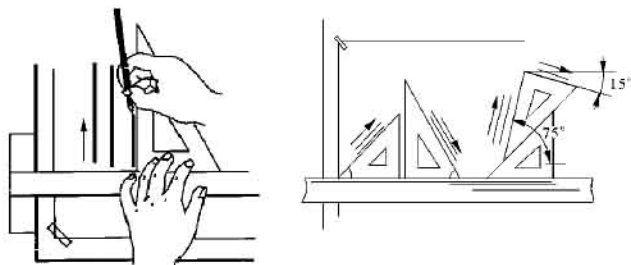


图 1-4 垂直线和倾斜线的画法

两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线和垂直线,如图 1-5 所示。

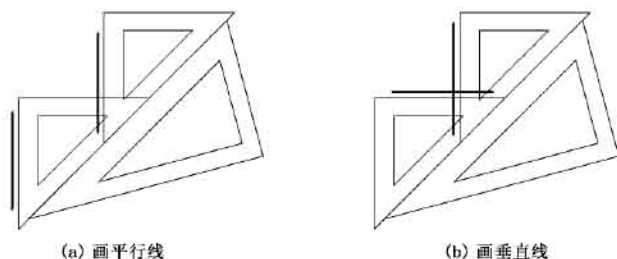


图 1-5 画已知直线的平行线和垂直线

### 四、圆规

圆规是用来画圆和圆弧的工具。圆规有两只腿,上端铰接,下端可随意分开或合拢,以调整所绘圆弧半径的大小。一只腿的末端带有针尖插脚,另一只腿的末端

可装入铅笔芯线或墨线笔(鸭嘴笔)插脚。有的圆规装上延伸杆,可画出较大的圆。

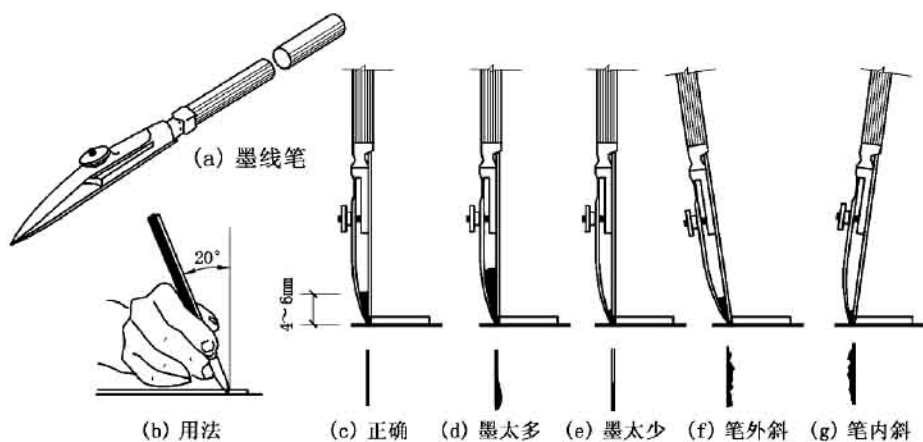


图 1-6 墨线笔的用法

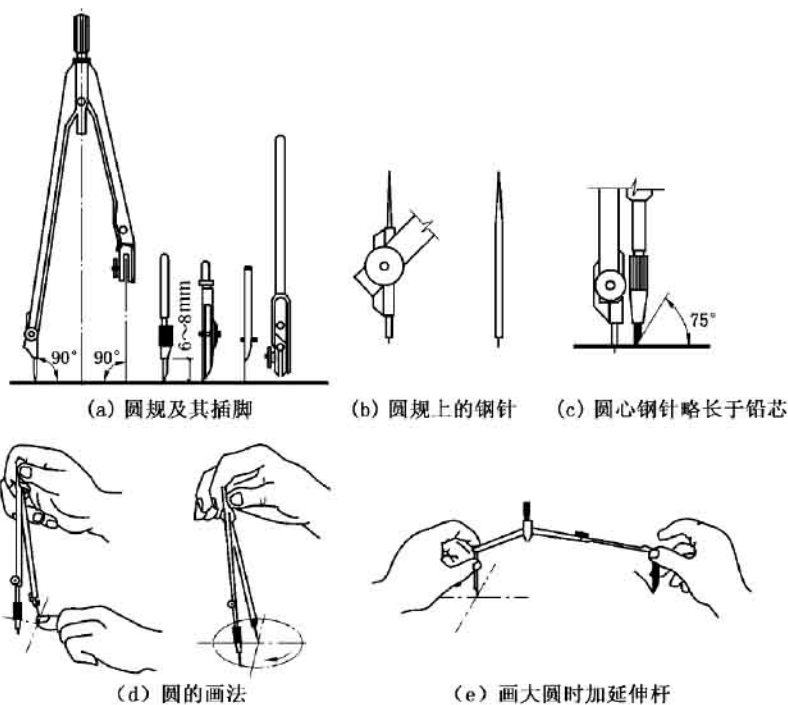


图 1-7 圆规的用法

墨线笔是用来描图或在图纸上画墨线的仪器,也称直线笔或鸭嘴笔,如图 1-6 所示。

执墨线笔的姿势:笔杆向右略偏  $20^{\circ}$  左右,笔杆在画线时走出的平面应垂直于纸面,画线速度要均匀。使用不当会使线条出现如图 1-6d ~ g 所示的弊病。

当用铅笔芯画圆时,铅笔芯应伸出铅芯夹套  $6 \sim 8\text{mm}$ ,并将铅笔芯削磨成  $75^{\circ}$  的斜面,如图 1-7c 所示。在用圆规画线时,应使圆规按顺时针转动,并略向面线方向倾斜,如图 1-7d 所示。在画较大圆或圆弧时,应使圆规的针尖和笔尖垂直于纸面,如图 1-7e 所示。

## 五、分规

分规是用来截取尺寸、等分直线段和圆弧的工具,如图 1-8 所示。

分规的两脚均为钢针,两针尖合拢时应对齐。分割线段时将分规的两脚尖调整到所需的距离,然后用右手拇指、食指捏住分规手柄,使分规两针尖沿线段交替作为圆心并旋转前进,如图 1-9、图 1-10 所示。

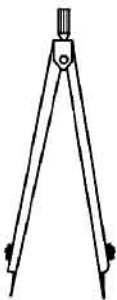


图 1-8 分规

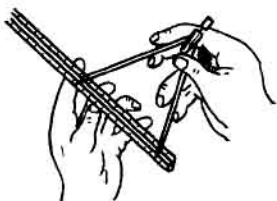


图 1-9 截取尺寸的方法

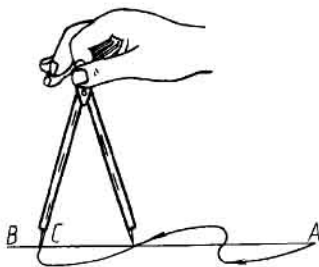


图 1-10 等分直线段的方法

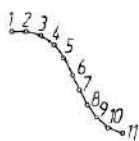
## 六、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具,见图 1-11。

画非圆曲线时,先定出曲线上足够数量的点(不少于三点),用铅笔徒手连成曲线,如图 1-12a 所示;然后,从一端开始,找出曲线板与曲线曲率相吻合一段的部位逐段描绘,为使整段曲线光滑连接,画线时每段最后一点不画,重叠依次画出其他各段,如图 1-12b、c 所示。



图 1-11 曲线板



(a)



(b)



(c)

图 1-12 曲线板的用法

## 七、比例尺

比例尺是在画图时按比例量取尺寸的工具,又称三棱尺。比例尺的刻度单位为米,刻度数值表示相应比例时该段长度代表的实际长度,如图 1-13 所示。

目前常用的比例尺有两种:

(1) 外形呈三棱柱体,上有六种不同比例的三棱比例尺,如图 1-13a 所示。

(2) 外形呈长方体平板状,上有三种不同比例的比例直尺,如图 1-13b 所示。

比例尺只能用来量尺寸,不能用来画线。尺寸可以从比例尺上直接量取,也可以用分规从比例尺上量取,再移到图纸上。

分规针尖不能直接扎在比例尺刻度上,以免损坏尺面。

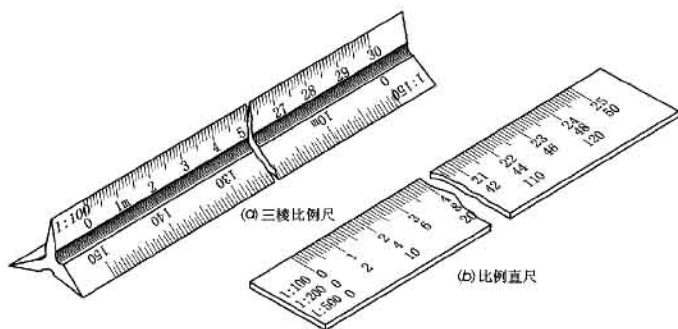


图 1-13 比例尺

## 八、绘图铅笔

铅笔是绘制图线的绘图用品。绘图时一般选择木质绘图铅笔,其末端刻印有铅芯硬度的标记。铅芯硬度分为硬、中、软三种,标号有:6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B、6B 等 13 种。“H”表示硬铅芯,字母前的数字越大表示铅芯越硬;“B”表示软铅芯,字母前的数字越大表示铅芯越软。“HB”表示铅芯软硬适中。



铅笔应从没有标号的一端开始用,以保留铅芯硬度标号,方便识别使用。常用“H”“2H”铅笔画底稿线;写字用“H”或“HB”铅笔,加深粗实线用“HB”或“B”铅芯。画底稿和写字的铅芯应削成圆锥状,以便线条、字体平滑流畅,如图 1-14 所示。

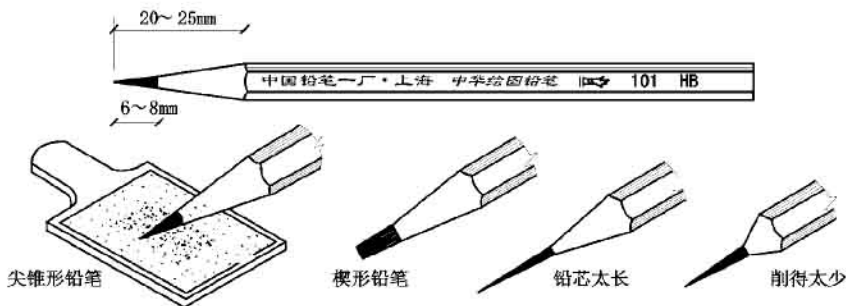


图 1-14 铅笔的使用

## 九、擦图片

擦图片是用来擦除画错的图线时保护邻近图线完整的绘图用品。使用时把擦图片上的孔洞对准要擦去的图线,然后用橡皮擦去,如图 1-15 所示。

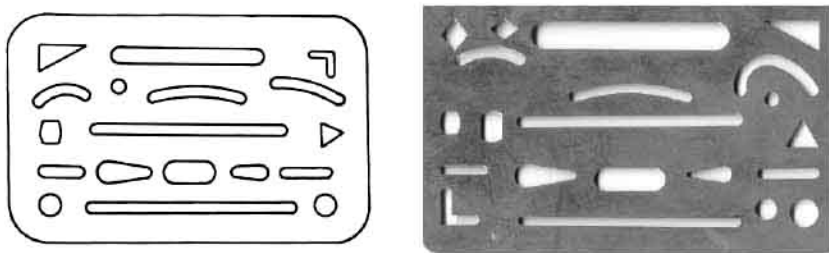


图 1-15 擦图片

## 十、绘图纸

图纸分绘图纸和描图纸两种(图 1-16)。

绘图纸用于画铅笔图或墨线图,要求纸面洁白、质地坚实,并以橡皮擦拭不起毛、画墨线不洇为好;描图纸专门用于墨线笔或绘图笔等描绘作图,并以此复制蓝图,要求其透明度好、表面平整挺括。

使用图纸时,要判断图纸的正反面。正面判断的方法是:用橡皮擦拭,不起毛的是正面。